

## RC サーボモータを用いたロボット教材の試作

### Prototype of robot teaching materials with the RC servomotor

○正 竹本 怜央 (弓削商船), 伊藤 嘉基 (弓削商船), 正 前田 弘文 (弓削商船)

Reo TAKEMOTO, National Institute of Technology, Yuge College,  
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan  
Yoshiki ITO, National Institute of Technology, Yuge College,  
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan  
Hirofumi MAEDA, National Institute of Technology, Yuge College,  
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

**Key Words:** Robot teaching materials, Modularization, Mobility robot, Prototype, RC servo motor

#### 1. 緒言

これまで国立高等専門学校では、専門技術に興味・関心を持った学生に対して、中学校を卒業したばかりの低学年の段階から専門的知識の教育指導を行ってきた。その指導方法は実験・実習・実技を中心とした体験的な学習を重視したもので、少人数によるきめ細やかな指導を行うことにより、産業界へ創造力ある実践的技術者を継続的に送り出す成果を上げてきた<sup>(1)</sup>。しかし近年では、小中学生の理科離れ、不景気による就職率の低迷、育児費が及ぼす家庭への影響などにより、必ずしもものづくりに興味・関心のある理系学生が高等専門学校に入学するとは限らなくなってきた。そのため、これまでのような高等専門学校の教育に対して求められる"人材の育成・確保"の他に、小中学校の教育で身に着けるべきものづくりへの"好奇心・興味"についても、実験・実習・実技を通して育む必要性が出てきた<sup>(2)</sup>。

また近年では、子供たちの"好奇心・興味"を育むための有効な手段として、幅広い世代に興味・関心を引くことができるロボット教材が数多く市販され、実験・実習など幅広い分野で利用されてきた<sup>(3)~(12)</sup>。

そこで本研究では、高等専門学校向けの教材開発を目指す。しかし、高等専門学校の教員は多忙で、実験・実習に多くの労力やコストを掛けたり、実験教材を置くスペースを大きく確保することができないなどの問題が生じる。そこで、実験・実習に留まらない、研究レベルまで拡張が可能な汎用的でコンパクトな教材を作成することで、実験・実習と研究を共有し、コストパフォーマンスを向上させるとともに、運営面でも自由度の高い拡張性を確保する。本論文では、モジュール化を用いて小型化した汎用性の高い教材の開発について、コンセプトから通信規格までその概要を示す。

#### 2. コンセプト

ロボット教材を開発する上で、以下の3つを重要課題とした。

##### ①コスト

ここでのコストは製作費だけではなく、教材を保管して置くためのスペース(場所の確保)も含んでいる。製作費については、買い替えなどの処分が容易になるように教材一式で10万円以下(消耗品扱い)になることを前提とする。またサイズについては、安全の面も考慮し、

片手で持てるもしくは手のひらに乗る程度とする。

##### ②メンテナンス性

制御系、通信系、駆動系などをそれぞれモジュール化することで、メンテナンス性の向上を図る。

##### ③拡張性

教材に拡張性を持たせることで、教材に幅を持たせるだけでなく、研究としても使用できる教材にする。

#### 3. システム構成

Figure 1 にシステム構成を示す。制御基板のCPUには、RCサーボモータの最高通信速度1.25 [Mbps]に対応し、5 [V]駆動するSH7125F (ルネサスエレクトロニクス株式会社)を使用している。PCや無線LANルータなどと通信する機器としてWiPort (日本ラントロニクス株式会社)を使用し、SH7125Fとの信号をやり取りするためのレベルシフトも回路に組み込んでいる。バッテリーには、キャパシティが高く、安全なROBOパワーセルF2-850タイプ(Li-fe) (近藤科学株式会社)を使用し、過放電の防止のためのデジタルパネル電圧計(DMS-20PC-1-LM-C : Murata Power Solutions社製)も回路に搭載している。RCサーボモータには、バッテリーと同じ近藤科学株式会社のKRS-3301 ICSを使用する。

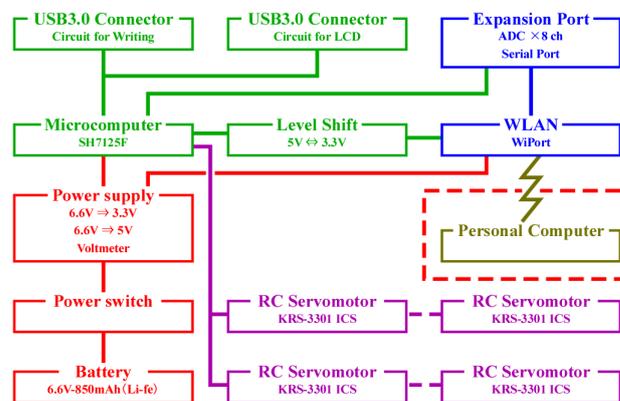


Fig. 1 System architecture.

#### 4. 通信フォーマット

Figure 2 に通信フォーマットを示す. 今回は, WiPort を使用する関係上, バイトを添える方が制御が容易であるため, 空データ (0x80) を含めて全てのコマンドをヘッダ 1 [byte], ボディ 2 [byte] の計 3 [byte] に統一している. また, 通信はシリアルによるバイナリデータ送受信であるが, ASCII コードしか対応していない通信ソフトであっても送受信の確認が行える工夫として NULL 文字が発生しないように, ヘッダは 0x40 (64) 以上, ボディは 0x80 (128) 以上の値をとるようにフォーマットを構築している.

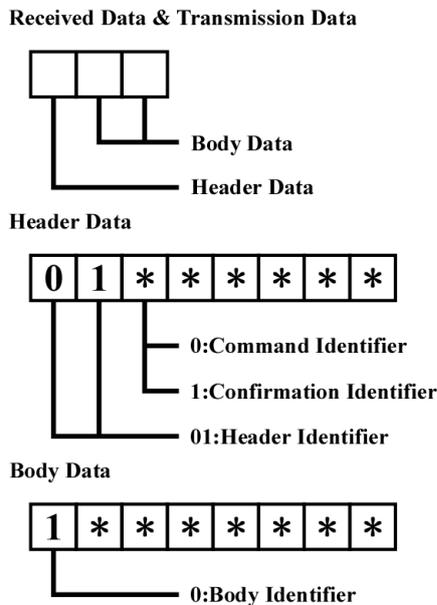


Fig. 2 Communication format.

#### 5. 拡張性

本教育用モジュールには, 拡張性を持たせるために以下の 3 つの機能を持たせている. これにより, 拡張性が汎用性の幅を持たせることになり, 教材の用途を多方面に展開することができる.

##### ①汎用 ADC ポート

SH7125F には, 分解能 10 [bit] の ADC が 8 [ch] 搭載されている. このポートを 5 [V] 電源と共に外部端子として開放することで, 距離センサやタッチセンサなど新たにセンサを追加し, 教材の用途に幅を持たせることができる工夫を施している.

##### ②全方位駆動への変更

通信フォーマットには, リザーブとして RC サーボモータを 2 個追加する部分を確保している. また, ハードウェアとしても KRS-3301 ICS に搭載されたデジチェーの機能を使用することで, RC サーボモータを 2 個拡張することが可能である. 今回作成した教材モジュールは 2 輪型のベース (台車) を対象としているが, 拡張することで全方位駆動に容易に拡張することができる.

##### ③オプション機能

WiPort には, シリアルポートが 2 [ch] 搭載されており, 1 つは制御基板に使用, もう 1 つは開放している. この開放しているシリアルポートを使用することで, 制御基板の上部に新たに独立した制御基板を設けることができる.

#### 6. 結言

本論文では, 教育用モジュールについて述べた. 開発には, 明確なコンセプトを提示し, そのコンセプトを基に将来の拡張性も考慮した上でシステムを構成した. また, ユーザ視点に立った設計を心掛け, 過放電の問題や拡張性を持つ上で, 汎用 ADC ポート, 全方位駆動への変更, オプション機能の 3 つの視点を有した. さらに, 実際に教育用モジュールを基板加工機を用いて作成し, PC との通信において最大 50 [msec] 周期で正常に制御できることを確認した.

今後は, 実際に教材として 2 輪型のロボットを作成し, ユーザ視点でのデバッグや運営上の問題の洗い出しなどを行っていく予定である. また, 要望の多い全方位駆動への拡張も行い, その上でマニピュレータの構築やレーザーレンジファインダの搭載を行っていく予定である.

#### 文献

- (1) 文部科学省, “独立行政法人国立高等専門学校機構の中期目標”, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/dokuritu/chuuki/1346673.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/dokuritu/chuuki/1346673.htm) (2017/01/13 アクセス).
- (2) ロボット教育研究専門委員会, “ロボット教育研究専門委員会(Robot Education)報告書”, ロボット教育研究専門委員会(2011).
- (3) 大倉宏之, “ものづくり学習における磁気ラインレース型ロボットの教材化”, 静岡大学教育学部研究報告自然科学篇, No.53(2002), pp.41-51.
- (4) 森岡弘, “マインドストームを利用した技術科の教育方法に関する研究”, 教育実践総合センター研究概要, Vol.17(2004), pp.35-50.
- (5) 古平真一郎, “自立型ロボット教材を用いたプログラム学習に対する効果”, 宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要, 第 30 号(2007).
- (6) 山管和良, “新しい教材と学ぶ楽しさを実感できる授業の工夫—レゴ・マインドストームロボラボを利用した授業実践を通して—”, 宇都宮大学附属中学校研究論集, No.52(2004), pp.66-75.
- (7) 嶋田泰幸, “成長型ラインレースロボットを機軸とするシステム制御教育カリキュラムの設計”, 工学教育, Vol.55, No.3(2007), pp.99-104.
- (8) 金塚茉莉子, “情報教育におけるレゴマインドストーム教材の活用”, 日本教育情報学会年会論文集, Vol.24(2008), pp.264-265.
- (9) 博多哲也, “ラインレースロボットを用いた組み込みシステム教育”, 熊本高等専門学校 研究紀要, 第 3 号(2011), pp.29-35.
- (10) 佐々木了, “情報系学生向けロボット教材の開発”, 工学教育研究講演会講演論文集, No.60(2012), pp.580-581.
- (11) 高橋知希, “高校生への導入体験としての LEGO プログラミング演習の支援-高大連携の LEGO 講座における教育実施-”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.482(2013), pp.53-58.
- (12) 外山茂浩, “中学校技術・家庭科の教材開発をテーマとしたエンジニアリングデザイン演習〜レゴマインドストームを用いた「プログラムによる計測・制御」の教材開発〜”, 自動制御連合講演会, 第 57 回(2014), pp.540-543.